I.3.3. Dureza

I.3.3.1. Definição

Dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico sendo que do ponto de vista da potabilização são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. Quase toda a dureza da água é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) encontrados em solução. Assim, os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza.

I.3.3.2. Classificação

A dureza total da água compõe-se de duas partes: *dureza temporária* e *dureza permanente*. A dureza é dita temporária, quando desaparece com o calor, e permanente, quando não desaparece com o calor, ou seja, a dureza permanente é aquela que não é removível com a fervura da água. A dureza temporária é a resultante da combinação de íons de cálcio e magnésio que podem se combinar com bicarbonatos e carbonatos presentes.

I.3.3.3. Características

Normalmente, reconhece-se que uma água é mais dura ou menos dura, pela maior ou menor facilidade que se tem de obter, com ela, espuma de sabão. As águas duras caracterizam-se, pois, por exigirem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma, e esta característica já foi, no passado, um parâmetro de definição, ou seja, a dureza de uma água era considerada como uma medida de sua capacidade de precipitar sabão. Esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum o aspecto mais importante por causa das dificuldades de limpeza de roupas e utensílios. Com o surgimento e a determinação dos detergentes sintéticos ocorreu também a diminuição os problemas de limpeza doméstica por causa da dureza.

Também durante a fervura da água os carbonatos precipitam-se. Este fenômeno prejudica o cozimento dos alimentos, provoca "encardido" em panelas e é potencialmente perigoso para o funcionamento de caldeiras ou outros equipamentos que trabalhem ou funcionem com vapor d'água, podendo provocar explosões desastrosas.

Assim pode-se resumir que uma água dura provoca uma série de inconvenientes:

- é desagradável ao paladar;
- gasta muito sabão para formar espuma;
- dá lugar a depósitos perigosos nas caldeiras e aquecedores;
- deposita sais em equipamentos;
- mancha louças.

I.3.3.4. Tolerância

A despeito do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar elas não causam problemas fisiológicos. No Brasil, o valor máximo permissível de dureza total fixado pelo padrão de potabilidade, ora em vigor, é de 500mg$CaCO_3$/L (Tabela 5 - Padrão de aceitação para consumo humano - PORTARIA N.º 1469, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000).

Teores de dureza inferiores a 50ppm não implicam em que a água seja considerada dura. Teores de 50 a 150 não incomodam para efeitos de ingestão, mas acima de 100ppm provocam prejuízos sensíveis em trabalhos que envolvam o uso da água com sabão e originam precipitações com incrustações anti-estéticas e até potencialmente perigosas em superfícies sujeitas a aquecimentos. Em geral a redução da dureza para concentrações inferiores a 100ppm só é economicamente viável para fins industriais, onde o produto final ou os equipamentos dependem de água de melhor grau de pureza.

I.3.3.5. Correção

Para a remoção de dureza da água, são tradicionais dois processos: o da *cal-soda* e dos *zeólitos*. Nas últimas décadas tem ganhado muita divulgação e emprego, o da *osmose inversa*, principalmente em nossa região, onde há extrema carência de água e as poucas fontes disponíveis são, sejam subterrâneas ou superficiais, na maioria de *águas salobras* .

Os *zeólitos* têm a propriedade de trocar o sódio, que entra na sua composição, pelo cálcio ou magnésio dos sais presentes na água, acabando, assim com a dureza da mesma. Com a continuação do tratamento, eles se saturam, esgotando sua capacidade de remoção de dureza, porém podem ser recuperados para a função através de um processo utilizando sal de cozinha (cloreto de sódio).

A *Osmose Inversa* é obtida através da aplicação mecânica de uma pressão superior à Pressão Osmótica do lado da solução mais concentrada. Essa tecnologia foi desenvolvida na década de 60, para a produção de água ultrapura, a ser utilizada em processos industriais, a partir de meados da década seguinte, surgindo, assim, comercialmente, a primeira geração de membranas. As suas principais vantagens foram a redução da necessidade de regeneração dos leitos de troca iônica e de consumo de resina, além de significativas reduções de despesas na operação e manutenção destes leitos. Uma chamada segunda geração de membranas, as membranas de película fina compostas, enroladas em espiral, foram inventadas em 1978, e introduzidas no mercado no início da década de 80. Estas membranas operam com baixa pressão e conseqüentemente com reduzido consumo de energia.

OBS: A *osmose* é um fenômeno natural físico-químico. Quando duas soluções, com diferentes concentrações, são colocadas em um mesmo recipiente separado por uma membrana semi-permeável, onde ocorre naturalmente a passagem do solvente da solução mais diluída para a solução mais concentrada, até que se encontre o equilíbrio. Neste ponto a coluna de solução mais concentrada estará acima da coluna da solução mais diluída. A esta diferença entre colunas de solução se denomina *Pressão Osmótica*. É o fenômeno fatal que ocorre com as bactérias quando usamos cloreto de sódio para conservação de certos produtos de origem animal.